

〈報 文〉

臨河댐의 表面水 取水設備 設計 報告

李 熙 昇*
Lee, Hee Sŭng

1. 序 論

臨河多目的댐은 半邊川에 위치하고 있으며 下流側으로 약 15 Km를 따라가면 上流에 安東 多目的댐이 위치하고 있는 洛東江 本流와의 合流點에 이르게 된다.

臨河 多目的댐의 主要 구조물로는 ROCK-FILL 形式의 本댐과 設計 洪水量 4,600 CMS의 TAINTER GATE 形式의 餘水路, 시설용량 50,000 KW의 發電所 및 本댐 下流 5.0 Km 地點의 逆調整池댐 등이 있다. 이와같은 구조물을 통하여 臨河댐은 洪水調節, 農業 및 生·工用水 供給, 發電 등 多目的댐으로서의 機能을 수행하게 된다.

특히 本 直하류부와 洛東江 本流에는 수많은 灌溉用水 揚水場과 農耕地가 散在하고 있으며 灌溉期間 동안의 下流用水 공급은 取水口를 통한 發電放流水에 의존하게 된다.

發電 放流水는 深層水인 低溫水로서 水稻作에 대한 冷害被害가 不可避한 실정임으로 發電用水 取水施設을 國內 最初로 大容量 表面水 取水방식을 적용하여 放流水의 水溫이 최소한 현재의 半邊川 水溫을 維持시킬 수 있도록 설계한 臨河댐 取水設備의 설계 經緯 및 概要를 소개하고자 한다.

2. 表面水 取水設備의 必要性 檢討

2.1 既存댐의 冷害防止 對策

既存 多目的댐에서의 下流 冷害防止對策으로 是 昭陽江댐 直下流의 牛頭地區 冷害 被害防止를 위하여 시행한 牛頭 溫水池가 최초의 시설이며 以後 大清댐 建設時까지는 별다른 冷害被害의 발생이 學論되지 않았다.

그러나 忠州多目的댐의 경우는 本 直下流部에 큰 農耕地가 위치하고 있어 龍橋地區와 金加地區에 溫水池를 시행한바 있으며 시설規模 및 所要 사업비는 아래와 같다.

區 分	蒙利面積 (ha)	溫水池面積 (ha)	事業費 (百萬元)	蒙利面積 1 ha당事業費 (百萬元)	施行年度
龍橋地區	887	5.70	3,575	4.0	1986
金加地區	120	0.84	648	5.4	1987

2.2 臨河댐 下流의 冷害 豫測

일반적으로 成層化된 저수지에서는 세가지 領域 즉, 上層 (Epilimnion), 中層 (Metalimnion), 下層 (Hypolimnion)이 形成하게 되며, 臨河댐의 경우 水力發電用 取水口 바닥標高(EL. 124.0M)를 고려할때 營農 灌溉期(5月~8月)동안은 水面

下 20~30M 水深의 深層水인 下層(Hypolimnion)에서 取水하게 되므로 기존 저수지에서 측정한 水温分布 <表 1>에서 臨河댐의 取水温을 추정하면 약 5℃~12℃로 추정할 수 있다.

<표. 1> 貯水池에서의 水温分布
(측정기간 '81-'87)

단위: C

수심별	댐 별	5 월	6 월	7 월	8 월	9 월	비고
0.5	소양강	13-16	-	23-25	24-25	-	
	안 동	16-18	23-25	21-23	26-29	22-23	
	대 청	18-20	21-24	26-29	25-26	22-23	
	충 주	-	-	23-25	-	22-23	
5-10	소양강	12-13	-	21-23	22-24	-	
	안 동	11-16	16-23	19-21	22-26	21-22	
	대 청	13-18	17-21	24-26	24-25	21-22	
	충 주	-	-	21-23	-	21-22	
10-15	소양강	9-12	-	16-21	20-22	-	
	안 동	8-11	12-16	15-19	18-22	20-21	
	대 청	11-13	13-17	22-24	23-24	-	
	충 주	-	-	19-21	-	20-21	
15-20	소양강	8-9	-	13-16	19-20	-	
	안 동	7-8	9-12	11-15	12-18	18-20	
	대 청	7-11	10-13	21-22	19-23	20-21	
	충 주	-	-	18-19	-	19-20	
20-25	소양강	6-8	-	11-13	18-19	-	
	안 동	6-7	6-9	9-11	7-12	15-18	
	대 청	6-7	9-10	20-21	17-19	-	
	충 주	-	-	16-18	-	18-19	
25-30	소양강	6	-	9-11	17-18	-	
	안 동	6	5-6	8-9	6-7	12-15	
	대 청	6	8-9	18-20	13-17	19-20	
	충 주	-	-	14-16	-	18	

반면에 農水産部發行 農地改良事業計劃 설계 기준의 水稻作과 灌溉水温에 따르면 最適水温 30℃~32℃, 高水温 35℃, 底水温 20℃~15℃로 규정하고 있어 臨河댐에서 深層水를 放流할 경우 下流의 農作物 冷害 被害는 不可避한 실정임을 알 수 있다.

韓國과 日本의 冷害被害의 農作物 減收量은 개략 10~20% 정도이며, 특히 水原 農工利用 研究所에서 연구 실험한 實驗結果에 의하면 平均水温 15.5℃의 低温水를 灌溉하였을 경우 減收率은 16~20%에 達한다.

따라서 低温水 공급에 따른 冷害 被害를 추정

하면 아래와 같다.

- 冷害 被害 예상지역 및 면적: 1,715ha
- 臨河댐 洛東江 合流 지점: 390ha
- 洛東江 本流(安東郡 豊山邑 上流지역의 50%): 1,325ha
- 年평균 收穫量: 5Ton/ha
- 예상 減收率: 10%/年
- Ton 당 單價: 1百萬원/Ton
- 年間 減收 被害 예상액: 857.5百萬원

2.3 冷害 被害 防止 對策

臨河댐의 경우 下流의 冷害 被害 방지를 위한 대책으로는 耕作지역의 分散 등 지형적인 與件을 고려할때 表面水 取水시설과 温水池 시설로 大別할 수 있으며 아래와 같이 比較된다.

區 分	表面水 取水施設	温水池 設置
- 施設規模	表面水 取水設備 (122 CMS) (取水塔 H=44M, 門扉 및 진입 橋梁)	温水池: 11 ha (忠州댐 적용 기준)
- 事業費	5,000 百萬원	8,000 百萬원 (忠州댐 적용 기준)
- 長短點	사업비 및 適正水温의 准 用水 供給에 유리하나 시설 規模面에서 國內의 설계, 시공 經驗이 없음.	昭陽江댐, 忠州댐등에 적용하였으나 사업비 및 耕作地區의 分散(11 個지구)으로 인한 既存 양수장의 改 補修가 필요할 뿐만 아니라 温水池 시설敷地의 확보, 追後 시설 유지 管理費의 추가 補償 등의 문제점이 있음.

2.4 經濟性 比較

- 豫想 冷害 피해액: 85億원(年間 減收 피해액 857.5 百萬원을 割引率 10%, 事業耐用年數 50年 기준으로 現價 換算)
- 表面水 取水시설: 50億원
- 温水池 設置: 80億원
- 所要사업비가 最小이며 댐 竣工後 유지 관리의 便宜성과 期待效果의 확실성 등을 勘案하여 表面水 取水시설 設置案의 채택이 경제적임.

3. 表面水 取水設備 設計內容

3.1 設計 概要

臨河댐 取水塔은 發電用水의 공급과 表層 溫水 取水의 기능을 동시에 갖도록 계획되어 있다. 溫水 取수는 통상 越流水深 5 M 以內를 유지함이 일반적이나 越流水深을 작게하면 GATE 幅의 확대와 함께 공사비가 增加하게 되므로 水理模型 實驗을 통한 經濟 分析結果 本 臨河댐 取水塔은 GATE 幅 10M, 越流水深 7M로 설계되었다.

GATE는 多段式 門扉 형태로 前面上段의 1號 門扉는 높이 3M, 2~5號 門扉는 높이 각 5.75M, 後面 下段의 6 號門扉는 높이 6M로 GATE의 최대높이는 32M이다.

取水塔의 內部 規格은 幅 10M, 길이 21.1M이며 取水塔 右側 下段에 6X 6M의 SAFETY GATE가 설치되어 取水塔 內外 水位差가 1 M 以上일 경우는 自動적으로 작동되도록 되어 있다. 取水터널은 入口側은 6.5M의 4角 단면이며 그 以下 부위는 $\Phi 6.5$ M의 圓形 단면이며 取水 설비의 주요 諸元은 아래와 같다.

- 取水塔 形式: 表面水 取水形
- 取水口 標高: EL. 124.0 M
- 取水塔 높이: 44.0 M (EL. 124.0 M~EL. 168.0M)
- 門扉 形式: 多段式 ROLLER GATE
- 門扉 諸元: 幅 10.0 M, 6段(32M)
- 門扉上端標高: 最大 EL. 156.0M

3.2 形式比較

表面水取水塔의 形式으로는 半圓形 多段門扉式, 直線型 多段門扉式 및 溢流水門을 裝着한 水室式등으로 분류할 수 있으며 形式別 比較 檢討 사항은 아래와 같다.

比較檢討 결과 直線型 多段門扉式 表面水 取水 설비를 아래와 같은 根據로 選定하였다.

- 鋼材설비의 製作 및 설치가 外國製作者의 支援없이 國內제작이 가능하다. (所要 공사비 節減)
- 取水塔의 구조가 他 形式에 比하여 水理的으로 간단하기 때문에 水理模型 實驗에서의 檢討 사항이 가장 적다.

區 分	半圓形 多段門扉式	直線型 多段門扉式	流水門裝着水室式
1) 設 計 - 理論的인 損失水頭 算定	明 確	明 確	不明確
- 水理模型 實驗	必 要	必 要	必 要
2) 鋼材設備의 製作	外國製作者의 協調 필요	國內製作 가능	國內製作 가능
3) 維持管理	일반적인 鋼材 設備와 同一	일반적인 鋼材 設備와 同一	일반적인 鋼材 設備와 同一

3.3 溢流 水深의 決定

(1) 概 要

半邊川의 現 水温은 洛東江 水温보다 5~7℃ 정도 높아 合流點以下 下流部에서의 溫水 공급에 一翼을 담당하고 있다. <表 2>

따라서 臨河댐 完工後에도 최소한 기존의 半邊川 水温을 유지시킬수 있도록 基準을 두어 取水塔의 溢流水深을 결정하였다.

<表 2> 既存河川의 水温 觀測記錄

月 別	測定位置別水温(℃)		
	A	B	C
4 月	8.0	7.8	12.3
5 月	9.4	9.0	13.6
6 月	11.3	10.7	22.0
7 月	17.8	16.8	18.7
8 月	18.4	17.5	26.8
平 均	15.2	14.3	19.9

(2) 假定 條件 및 考慮事項

溢流 水深을 결정하는데 필요한 주요 假定 條件 및 考慮事項 등은 다음과 같이 要約 할 수 있다.

- 1) 貯水池 容量이 流入量보다 훨씬 클때는 물의 密度에 따라 層層이 연속적인 層流를 형성 할 수 있다. 上部의 成層 구조는 水深이 깊어짐에 따라 거의 線型的으로 水温이 낮아지며, 最上流

層은 바람의 영향으로 수M 두께의 高温層이 형성되기도 하는데 일반적으로 이層이 表面水層이다.

層形成 與否를 가늠하는 基準으로 다음 基準을 적용하였다

$$10 > \alpha = Q_0/V_0$$

$$10^2 > F_d = (L/H)(Q/V_0)(\frac{\gamma_0/g}{-d\gamma/dz})^{0.5}$$

$$1 > \alpha_7 = Q_7/V_0$$

여기에서,

- α : 貯水池의 平均 循環度
- V_0 : 貯水池 總 用量(m^3)
- L : 貯水池 길이(m)
- Q : 平均 流入量(m^3/sec)
- g : 重力 加速度(m/sec^2)
- α_7 : 7月의 貯水池 平均 循環度
- Q_7 : 7月의 貯水池 總 流入量(m^3)
- Q_0 : 年間 總 流入量(m^3)
- F_d : 內部 Froude數
- H : 貯水池 平均 水深(m)
- γ_0 : 물의 基本密度(t/m^3)
- $-d\gamma/dz$: 密度 傾斜(t/m^3)

上記 기준에 따라 적용한 臨河댐 저수지의 計算 結果는 다음과 같다.

$$\alpha = 1.3 < 10$$

$$F_d = 5.2 \times 10^4 < 10^2$$

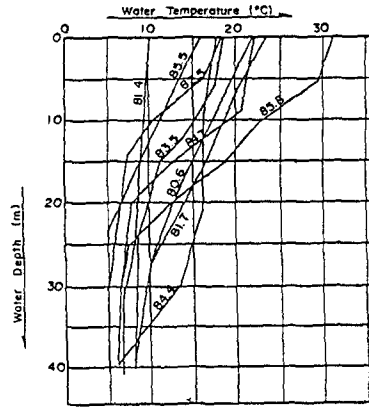
$$\alpha_7 = 0.29 < 1$$

따라서 上記 결과로 볼때 臨河댐 저수지에서는 水温別로 層이 형성됨을 알 수 있으며 이는 過去 安東댐 저수지의 水温分布 기록으로부터 預測된 결과와 같다.

2) 表面取水의 溢流水深은 다음에 記述하는 세가지 다른방법을 이용하여 決定하였으며 <表 2>의 過去 관측기록과 <Fig. 1>의 安東댐의 水温分布를 기초로 하였다.

一方法 : AKI-SHIRASUNA 의 方法

Aki-Shirasuna 의 연구에 의하면 水温層이



(Fig. 1) 安東댐 貯水池의 水温分布圖

형성되어 있을때 取水口로 接近하는 흐름의 두께는 下部取水 혹은 表面水 取水에 적용하는 공식에 의하여 결정 될수 있다. 溢流水深이 接近流 두께의 1/2~1/3以內일 경우는 表面水 取水 효과에 대한 영향이 적게됨을 實驗的으로 확인하였다.

자세한 計算 內容은 다음과 같다.

$$\delta = G^{1/3} \cdot (\frac{Q}{\theta \sqrt{g \epsilon}})^{1/3}$$

여기에서,

- δ : 接近流 두께(m)
- Q : 取水量($122m^3/sec$)
- θ : 有效流入角(rad), 直線型水門인 경우 π
- g : 重力 加速度($9.8m/sec^2$)
- G : 內部 Froude數(下部 및 表面取水인 경우 0.324)
- $\epsilon : (\rho_s \rho_y / \rho_s d$
- ρ_s : 下部層과의 境界에서의 물의 密度
- ρ_y : 表面層과의 境界에서의 물의 密度
- d : 表面層과 下部層사이의 水深
- $d = 15m$ (수심 10m($20^\circ C$)~25m($10^\circ C$))
- $\rho_{s0} = 0.99973(10^\circ C)$ $\rho_{s20} = 0.99823(20^\circ C)$

$$\epsilon = \frac{0.99973 - 0.99823}{0.99973 \times 15} = 1.00 \times 10^{-4}$$

$$\delta = 0.324^{-1/3} \cdot (\frac{122}{\pi \sqrt{9.8 \times 1.0 \times 10^{-4}}})^{1/3} = 15.6m$$

따라서 溢流水深은 $\delta/2 \sim \delta/3 = 5.2M \sim 7.8M$ 이다.

一方法 2 : 取水口로부터의 流出水의 水温

일반적으로 接近流의 流速分布는 다음 式으로 표현된다.

$$U(y) = U_{max} \cdot \exp[-(y - Y_{out})^2 / 2\sigma^2]$$

여기에서,

$$\sigma = \delta / 3.92$$

$U(y)$: 접근류에서 높이 y 지점의 水平流速

U_{max} : 溢流水深 중심지점에서의 최대 수평유속

y : 임의의 기준점으로부터의 높이

y_{out} : 임의의 기준점으로부터 溢流中心까지의 높이

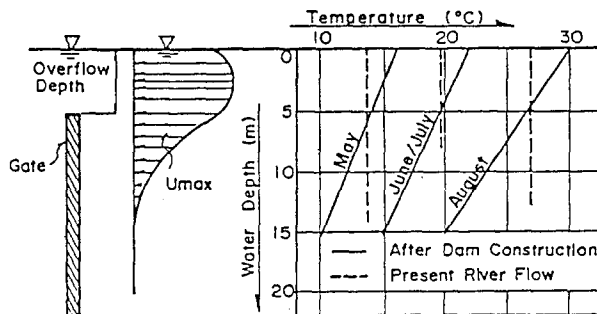
(Fig. 1)의 水温分布 측정기록으로부터 安東댐 저수지는 다음과 같은 成層을 이루고 있음을 알 수 있다.

5月 : 水表面으로부터 水深 20m 깊이까지 연속적인 層形成 (표면 水温 16°C 에서 水深 20m에서의 7°C까지)

6月/7月 : 水表面으로부터 水深 25M 깊이까지 연속적인 層形成 (표면 水温 22°C에서 水深 25M에서의 10°C까지)

8月 : 水表面으로부터 水深 25M 깊이까지 연속적인 層形成 (표면 水温 30°C에서 水深 25M에서의 13°C까지)

臨河댐 저수지에서의 層形成은 安東댐에서의 層形成과 類似하게 발생 될것으로 예측되므로 上記와 安東의 成層記錄資料를 이용하여 臨河댐 저수지에서의 放流水温을 예측할 수 있다. (Fig. 2) 참조)



(Fig. 2) 放流水의 圖式的 構成

方法-1에 의하여 限定된 溢流水深 범위內에서 各 溢流水深別 放流水温은 다음 表와 같이 산정되었다.

期 間		5 月	6月/7月	8 月
接近流의 두께		17.5 M	16.0 M	14.6 M
溢流水深別 水 温	5.0 M	14.3 C	20.1 C	27.2 C
	6.0 M	14.2 C	19.9 C	27.1 C
	7.0 M	14.1 C	19.8 C	26.9 C
	8.0 M	14.0 C	19.6 C	26.6 C
既存 河川水의 水温		13.6 C	19.6 C	26.8 C

上記 계산결과를 볼때 既存狀態의 水温을 유지시키기 위해서는 溢流水深이 6~7m를 넘지 않아야 함을 알 수 있다.

一方法 3 : 發電量 減少

表面水 取水塔에서 발생되는 總 水頭損失은 溢流水深이 6M일 경우에는 0.517M, 7M 일 경우에는 0.347M 로 개략 算定되었다.

總 水頭損失은 SCREEN에서의 水頭損失(h_s)과 流入水頭損失(h_i) 및 取水塔에서의 水頭損失(h_t)로 구성되어 있으며 세부계산 內容은 아래와 같다.

區 分	h_s	h_i	h_t	TOTAL
溢流水深 6.0M인경우	0.037	0.430	0.050	0.517
溢流水深 7.0M인경우	0.027	0.270	0.050	0.347

위에서 산정한 損失水頭를 이용하여 農業用水 供給期間(5月~8月:4個月間)에 대한 溢流水深 6M 와 7M 일 경우의 發電減少量을 계산하였다.

發電減少量의 현재 價値額(耐用年:50年기준, 割引率:10%기준)은 溢流水深 6M 인 경우에 60.7百萬元, 7M 인 경우는 40.6 百萬元으로 산출되었다.

(3) 溢流水深의 決定

上記의 結果를 綜合하여 볼때 臨河댐 取水塔 溢流水深은 7M가 바람직하며 그 理由를 요약하면 다음과 같다.

一 溢流水深이 7M인 경우 放流水 水温이 半邊川의 기존상태 水温과 거의 一致한다.

- 一 溢流水深이 8M인 경우 放流水 水温이 半邊川 기준상태의 水温을 유지시키지 못 할 뿐 아니라 소요 門扉 수량이 增加함에 따라 門扉 설치 비용도 增加한다.
- 一 溢流水深이 6M인 경우 水頭損失의 증가로 인한 發電量 감소가 크다.

3.4 取水門扉 設計概要

(1)取水 門扉(INTAKE GATE)

臨河댐 表面取水 門扉는 모두 6個로 (NO.1 門扉 : 10.0MW×3.25MH, NO. 2~6 門扉 : 10.0M W×6MH)의 垂直 多段 고정 휠(WHEEL)式으로 上部(NO. 1) GATE 에 대해 越流水深 7.0m 조건에서 댐 下流地域의 灌溉用水를 공급하기 위하여 122M~3/SEC의 表面温水를 取水할 수 있도록 설계되었다.

全 6個組의 門扉는 各各의 門扉가 다른 組의 門扉와 연결되도록 되어 있어 NO. 1 水門扉 및 NO. 6 水門扉에 裝着된 捲揚機를 작동시킴으로써 저수지 수위에 따라 全體 水門높이를 조절하도록 되어 있다.

(2)安全 門扉(SAFETY GATE)

安全門扉는 表面水 취수설비(GATE)에 損傷을 줄지도 모르는 過度한 水位差를 事前에 解消하기 위한 上部 HINGE FLAP式 SLIDE 水門으로 6.0MW×6.0MH의 水門에 5.0MW×5.5MH의 FLAP이 裝置되어 있다. 平常時에는 닫혀 있으나 取水塔 內 外部의 水位差가 1.0M 이상 차이가 생길때 FLAP에 연결된 平衡錐의 自重으로 인한 닫힘 MOMENT와 FLAP에 작용하는 水壓에 의한 열림 MOMENT와의 平衡力學的인 原理로 자동적으로 作動되도록 되어 있다.

(3)捲揚設備(HOIST)

表面取水 門扉用으로 설치되는 2셋트의 捲揚機는 GATE의 運轉範圍 內에서 어느위치에서든 NO. 1 및 NO. 6 GATE를 捲揚, 하강, 유지시킬 수 있으며 定格速度가 0.3m/min±10%, 捲揚높이는 45M이상이다. 安全門扉用 捲揚機는 水門의 유지, 點檢, 보수를 主 목적으로 하여 定格速度는 0.3m/mim±10%, 捲揚높이는 44.5M이다.

(4)制 御(OPERATION)

表面取水 門扉는 발전소 內에 위치한 中央 制御盤 또는 捲揚機 DECK에 설치된 現場制御盤을 통해 운전, 制御된다. NO. 1 門扉는 H.W.L EL. 163.00M 와L.W.L EL. 137.00M사이의 동작범위에서 NO. 1 門扉 상부로 7M의 越流水深을 자동적으로 유지하게끔 壓力式 수위 측정기와 GATE위치 指示計에 의해 연속적으로 感知되어 NO. 2에서 NO. 5門扉를 연결시키면서 自動 운전된다.

또한 수위가 最低수위 EL. 137.00M보다 낮아 지거나 最高水位 EL. 163.00M 보다 높을 때에는 水門은 自動운전에서 手動운전으로 바뀌게 되며 維持補修를 위해서는 모든 水門을 완전히 捲揚할 수 있도록 되어 있다.

GATE의 越流와 其他의 損失水頭로 인한 發電損失을 最大한 감소시키기 위하여 非營農期에는 全 水門을 완전히 捲揚하여 損失水頭를 最少化하여 운영토록 계획되어 있다.

4. 水理模型 實驗 結果

4.1 概 要

水理模型 實驗은 기본설계에 대한 檢證과 修正을 위하여 發電用 取水塔에 대하여 시행하였으며 主要 實驗事項은 温水 取水를 위한 GATE 작동時 表層水의 流入形態, 取水塔에서의 損失水頭, 터널 내부로의 空氣連行 與否 등이다.

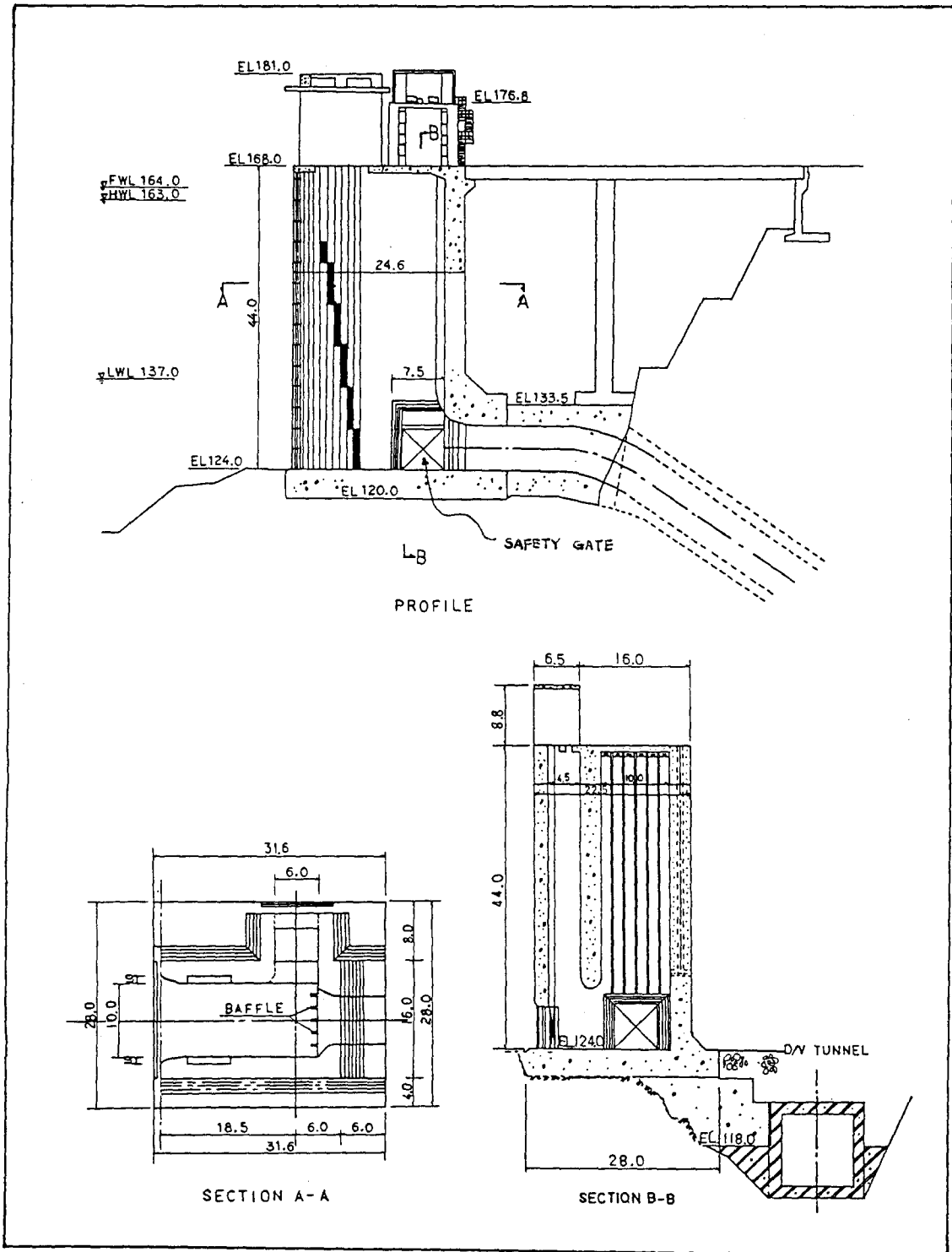
本 取水塔 水理模型實驗에 적용된 理論은 FROUDE 相似法則이었으며, 模型에서 實驗水의 表面張力이나 粘性力의 영향을 줄이기 위하여는 模型의 크기를 크게 함이 좋다.

따라서 本 實驗은 高落差의 模型임을 감안하여 模型 縮尺을 30 으로 決定 시행하였다.

4.2 取入 水温의 檢證

월별 水温分布와 取水塔내에서의 接近流速을 部分 積分하여 취수되는 平均水温을 理論적으로 구할 수 있다.

다만 臨河댐의 水温 실측 자료는 없으므로 隣近 安東댐에서 실측된 水深別 水温資料 (Fig. 1) 와 定格水位(R.W.L : EL.154.25M)流量 122CMS의 조건에서 溢流深 7M의 경우 측정된

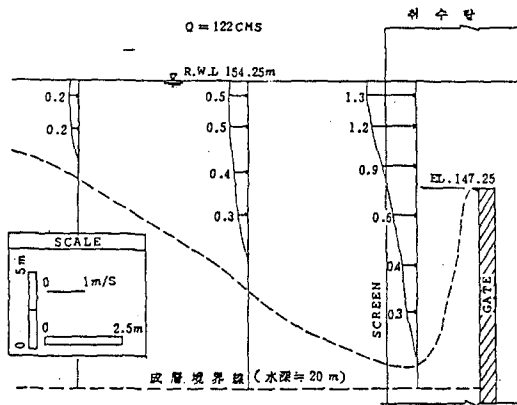


(Fig.4) 表面取水設備 構造圖

接近流速 (Fig. 3)을 이용하여 流入水의 평균水温을 구하였으며 설계 計算値와 比較하면 아래와 같다.

5 月		7 月		8 月	
設計値	實驗値	設計値	實驗値	設計値	實驗値
℃	℃	℃	℃	℃	℃
14.1	13.52	19.80	20.24	26.90	27.01

위의 比較表에서 보는 바와같이 實驗資料에 의하여 추정된 流入水温은 設計値에 매우 接近한다.



(Fig. 3) 接近流速斷面

4.3 損失水頭의 檢證

損失水頭는 取水塔 模型上部에 설치된 PIN GAUGE를 통하여 取水塔 중심線을 따라 측정하였으며 設計時의 損失水頭 계산은 SCREEN 에 의한 損失, GATE 에서의 損失, 取水塔 內에서의 損失로 구분 計算하였으나 模型에서는 이의

구분과 측정이 容易치 않아 최종적으로 나타난 全體的 損失水頭를 갖고 設計値와 比較한 바 取水量이 122CMS인 경우 아래와 같다.

區 分	水 位 (E L . M)	流 水 深 別 損 失 水 頭	
		7 M	6 M
實 驗 結 果	154.25	0.093	0.162
計 算 結 果	163.00	0.347	0.517

따라서 損失水頭는 溢流水深 7M일때 10cm 이내이며 越流水深 6M일때 16cm 內外로 設計値보다 상당히 安定된 값을 보이고 있다.

4.4 取水塔의 構造修正

GATE 에서의 通過 유속은 取水量에 따라 약간의 差異는 있으나 溢流 水深 7M인 경우 1.6~2.0m/s의 범위이며 溢流 水深 6M인 경우 2.2~2.7m/s로 측정되었다.

그러나 이와 같은 平均流速은 설계된 유속과 接近하나 取水塔 內에 渦流가 발생하여 取水터널 내로 空氣가 一部 吸入됨이 발견되었다. 이와같은 渦流發生과 空氣吸入현상은 取水 GATE 를 뒤로 後退하거나 溢流 水深 6 M 일 경우에 더욱 발달함을 觀察 할 수 있었다. 發電 水路 터널 내로의 空氣流入은 發電用 取水塔의 경우 絶대로 許容되지 않으므로 空氣 吸入을 차단할 수 있는 방향으로 模型 修正을 試圖하였다.

數個의 修正案을 실험하여 10M 幅의 뒷벽에 높이 1M 의 BAFFLE 5個를 等 間隔으로 설치한 바 取水塔 內의 渦流現象과 取水 터널내로의 空氣連行이 나타나지 않았다.

따라서 기본설계를 水理模型 實驗과 연관하여 (Fig. 4)와 같이 修正 현재 施工中에 있다.